

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-016410

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H01P 7/10  
F16B 19/00  
F16B 35/06

(21)Application number : 2000-198547

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 30.06.2000

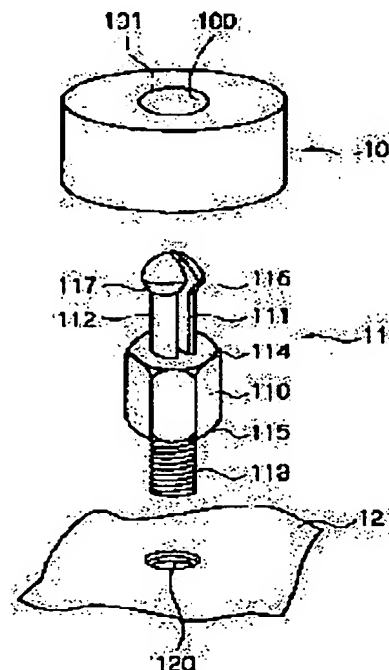
(72)Inventor : ISHITOBI TOKUMASA  
YAMADA TOSHIKI  
AJIOKA ERIKO  
ENDO KENJI

## (54) DIELECTRIC RESONATOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dielectric resonator, which can be easily assembled and attached and also can be surely fixed at the time of mounting.

SOLUTION: This device is provided with a dielectric resonance element having a through hole on the center and a supporting means for supporting the dielectric resonance element, the supporting means has a first shoulder part having a lateral length greater than the diameter of the through hole in one part at least and plural elastic locks extended upward from the first shoulder part and protruded outside through the through hole, and each of elastic locks has a downward slope pressing the upside inner edge of the through hole in the outer direction of downward radiation with elasticity. Then, the supporting means is fixed to the dielectric resonance element by elastically holding the dielectric resonance element between the downward slope of each of plural elastic locks and the first shoulder part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-16410

(P 2002-16410 A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002. 1. 18)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 P 7/10

H 0 1 P 7/10

3J036

F 1 6 B 19/00

F 1 6 B 19/00

F 5J006

35/06

35/06

G

審査請求 未請求 請求項の数 1 1 O L

(全 1 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-198547 (P2000-198547)

(22) 出願日 平成12年6月30日 (2000. 6. 30)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 石飛 徳昌

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(72) 発明者 山田 俊昭

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(74) 代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

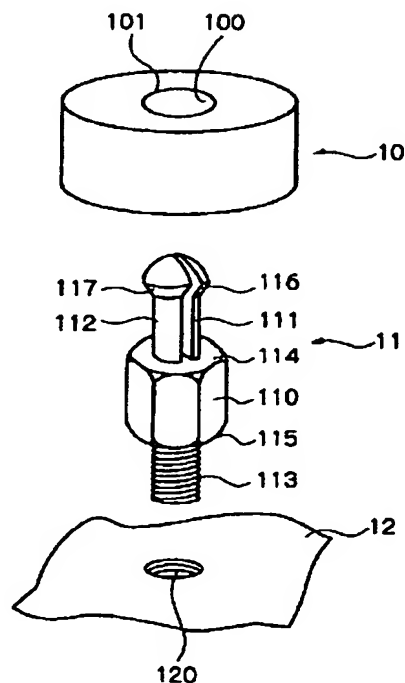
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体共振器

(57) 【要約】

【課題】 組み付け及び取り付けが容易であり、実装時に確実な固定が期待できる誘電体共振器を提供する。

【解決手段】 中央に貫通孔を有する誘電体共振素子と、誘電体共振素子を支持する支持手段とを備えており、支持手段は、貫通孔の径より大きい横方向長さを少なくとも一部に有する第1の肩部と、第1の肩部から上方に伸びており貫通孔を挿通して外部に突出している複数の弾性係止片とを有しており、各弾性係止片は、弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧する下向き傾斜面を有しており、支持手段は、複数の弾性係止片の下向き傾斜面と第1の肩部とによって誘電体共振素子を弾性挟持することにより誘電体共振素子に固結されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中央に貫通孔を有する誘電体共振素子と、該誘電体共振素子を支持する支持手段とを備えており、該支持手段は、前記貫通孔の径より大きい横方向長さを少なくとも一部に有する第 1 の肩部と、該第 1 の肩部から上方に伸びており前記貫通孔を挿通して外部に突出している複数の弾性係止片とを有しており、該各弾性係止片は、弾性によって前記貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧する下向き傾斜面を有しており、前記支持手段は、前記複数の弾性係止片の前記下向き傾斜面と前記第 1 の肩部とによって前記誘電体共振素子を弾性挟持することにより該誘電体共振素子に固結されていることを特徴とする誘電体共振器。

【請求項 2】 前記支持手段が、当該誘電体共振器の据付け面に螺着可能な雄ねじ部を同軸に備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の誘電体共振器。

【請求項 3】 前記支持手段が、前記雄ねじ部を螺着した時に前記据付け面に当接してストッパとなる第 2 の肩部を該雄ねじ部の上側に備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の誘電体共振器。

【請求項 4】 前記支持手段が、前記第 1 の肩部と前記第 2 の肩部との間に、取り付け工具に係合して該支持手段を軸回転させ前記雄ねじ部を螺着するための工具係合部を備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の誘電体共振器。

【請求項 5】 前記工具係合部が、ナット形状を有していることを特徴とする請求項 4 に記載の誘電体共振器。

【請求項 6】 前記第 1 の肩部及び前記第 2 の肩部が、前記工具係合部の上面及び下面でそれぞれ構成されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の誘電体共振器。

【請求項 7】 前記第 1 の肩部及び前記第 2 の肩部が、前記工具係合部とは独立して形成されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の誘電体共振器。

【請求項 8】 前記支持手段が、高周波特性の良好な低誘電性高分子材料で一体成形されていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の誘電体共振器。

【請求項 9】 前記低誘電性高分子材料が、単量体として少なくともフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得られた低誘電性高分子材料であることを特徴とする請求項 8 に記載の誘電体共振器。

【請求項 10】 前記低誘電性高分子材料が、重量平均絶対分子量 1000 以上の樹脂の 1 種又は 2 種以上からなる樹脂組成物であって、その組成物の炭素原子と水素原子の原子数の和が 99% 以上であり、かつ樹脂分子間の一部又はすべてが相互に化学的結合を有する低誘電性高分子材料であることを特徴とする請求項 8 に記載の誘電体共振器。

【請求項 11】 前記誘電体共振素子が、セラミック焼

結体で形成されていることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の誘電体共振器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波又はミリ波帯域におけるフィルタ、発振器又はアンテナ等に用いられる TE01δ モードの誘電体共振器に関する。

【0002】

【従来の技術】TE01δ 誘電体共振素子は、通常、中実の円柱形状又は中央に貫通孔を有する円柱形状で形成されており、その円柱形状の直径は 10GHz 帯用で約 4～5mm とかなり小さく、60～70GHz 帯用では約 0.6～0.7mm と著しく小さい。しかも、TE01δ 共振素子は、導体等の据付け面から離隔させた状態で固定して実装することが要求される。従って、このような極小の TE01δ 誘電体共振素子の実装には特別の工夫が必要となる。

【0003】TE01δ 誘電体共振器の実装構造としては種々の公知技術がある。

【0004】共振素子を支持台に組み付ける公知技術として、最も一般的なものは、TE01δ 共振素子を支持台に接着剤、ガラス又はセラミック化学反応等で接着する構造である（実公昭 61-41287 号公報、実開平 5-4607 号公報、特開平 11-355016 号公報）。しかしながら、このような接着による組み付け構造は、接着剤の乾燥等、接着自体に多大の時間を要するので作業性が悪く、共振素子と支持台との位置合わせが難しいので接着作業が非常に困難であり、さらに、再組み付けが不可能である等の多くの問題点を有している。しかも、共振素子の発熱によって接合面に剥離の生じる可能性もある。

【0005】共振素子と支持台とを一体成形する公知技術もある（特開平 6-61714 号公報、特開平 8-222917 号公報）。しかしながら、このように共振素子と支持台とを高価なセラミック材料で一体成形することは、多量のセラミック材料を要することから共振器の製造コストを増大させる。また、セラミック材料は、複雑な形状に成形することが難しいため、支持台の形状も限定されてしまう。

【0006】共振素子を支持台に組み付ける他の公知技術として、共振素子の貫通孔に、これに係合する形状の支持台を嵌合させて固結する組み付け構造がある（特開平 9-186511 号公報、特開平 9-186512 号公報、特開平 9-186514 号公報、特開平 9-186515 号公報、特開平 9-186516 号公報、特開平 9-223907 号公報）。しかしながら、これら公知の組み付け構造は、セラミック材料による共振素子に切り溝等の機械加工を要求するものであったり、複数の部品点数を必要とするものであったり、共振素子と支持台との強固な固結が期待できないものであったり、支持

台の寸法を非常に精密に規定しないと隙間等によって確実な固定ができないものであったりと問題点をそれぞれ有している。

【0007】支持台を据付け面に取り付ける公知技術としては、接着又は1つ以上の一般的なねじを用いて固着する構造がある（前述した公報）。しかしながら、接着による取り付け構造は、接着剤の乾燥等、接着自体に多大の時間を要するので作業性が悪く、共振素子と支持台との位置合わせが難しいので接着作業が非常に困難であり、さらに、再取り付けが不可能である等の様々な問題を有している。また、ねじを用いる取り付け構造は、細かなねじによる固定作業が非常に困難である、部品点数がそのねじの分だけ増大する、及びそのねじによって支持台の誘電率が変化してしまうという問題がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように公知の実装構造には、種々の問題点がある。しかも、これら公知の実装構造は、いずれも10GHz帯用のTE01δ共振器に関するものであって、60～70GHz帯用の共振素子径が約0.6～0.7mmという極小のTE01δ共振器には、ほとんどのものが適用できない。

【0009】従って本発明は上述した問題点を解決するためのものであり、その目的は、組み付け及び取り付けが容易であり、実装時に確実な固定が期待できる誘電体共振器を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、60GHz以上の帯域用の極小の誘電体共振器であっても組み付け及び取り付けが容易な誘電体共振器を提供することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、高周波損失特性の優れた誘電体共振器を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、中央に貫通孔を有する誘電体共振素子と、誘電体共振素子を支持する支持手段とを備えており、支持手段は、貫通孔の径より大きい横方向長さを少なくとも一部に有する第1の肩部と、第1の肩部から上方に伸びており貫通孔を挿通して外部に突出している複数の弾性係止片とを有しており、各弾性係止片は、弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧する下向き傾斜面を有しており、支持手段は、複数の弾性係止片の下向き傾斜面と第1の肩部とによって誘電体共振素子を弾性挟持することにより誘電体共振素子に固結されている誘電体共振器が提供される。

【0013】誘電体共振素子の貫通孔内に支持手段の複数の弾性係止片を挿入してその頂部を貫通孔の反対側へ突出させることにより、各係止片の下向き傾斜面が弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧する。これによって、誘電体共振素子は、支持手段の複数の弾性係止片の下向き傾斜面と第1の肩部とによって弾性挟持され、支持手段と誘電体共振素子との固結が

自動的に行われる。共振素子の貫通孔内に支持手段の弾性係止片を挿通させるだけで固結が自動的に行われるので、位置合わせも不要であり、極小の誘電体共振素子であってもその支持手段への組み付けが非常に容易となる。しかも、各係止片の下向き傾斜面が弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧するようにしているので、係止片の寸法をさほど精密に設定しない場合でも隙間が発生せず確実なかつ強固な固定が期待できる。

10 【0014】支持手段が、誘電体共振器の据付け面に螺着可能な雄ねじ部を同軸に備えていることが好ましい。このように、同軸の雄ねじ部を備えているので、極小の誘電体共振素子であっても極めて容易に実装が行える。

【0015】支持手段が、雄ねじ部を螺着した時に据付け面に当接してストッパとなる第2の肩部を雄ねじ部の上側に備えていることも好ましい。

20 【0016】支持手段が、第1の肩部と第2の肩部との間に、取り付け工具に係合して支持手段を軸回転させ雄ねじ部を螺着するための工具係合部を備えていることも好ましい。本発明の一実施態様においては、この工具係合部が、ナット形状を有している。

【0017】第1の肩部及び第2の肩部が、工具係合部の上面及び下面でそれぞれ構成されているか、又は工具係合部とは独立して形成されていることも好ましい。

30 【0018】支持手段が、高周波特性の良好な低誘電性高分子材料で一体成形されていることが好ましい。この低誘電性高分子材料が、単量体として少なくともフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得られた低誘電性高分子材料、又は重量平均絶対分子量1000以上の樹脂の1種又は2種以上からなる樹脂組成物であって、その組成物の炭素原子と水素原子の原子数の和が99%以上であり、かつ樹脂分子間の一部又はすべてが相互に化学的結合を有する低誘電性高分子材料であることがより好ましい。

40 【0019】このような低誘電性高分子材料は、誘電率が低くミリ波帯においても損失が小さく、成形が容易であり、かつ熱膨張係数が小さい。従って、支持手段の成形にこのような低誘電性高分子材料を用いることにより、複数の弾性係止片、雄ねじ部及び工具係合部等の複雑な形状を一体成形で形成でき、しかも熱膨張が少なく、高周波特性の優れた誘電体共振器を提供できるのである。

【0020】誘電体共振素子が、セラミック焼結体で形成されていることも好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態におけるTE01δ誘電体共振器の構成を概略的に示す分解斜視図であり、図2はこの共振器を据付け面に取り付けた状態の軸断面図である。

50 【0022】これらの図において、10はTE01δモ

一の共振素子、11はその支持台、12はこの共振器に取り付けられる据付け面をそれぞれ示している。

【0023】共振素子10は、図1に示すように円柱形状であるか又は角柱形状に成形された焼結セラミック体からなっており、その中央には貫通孔100が同軸に形成されている。この共振器が60～70GHz帯用であるとする、共振素子10の外径は約0.6～0.7mm程度となる。

【0024】支持台11は、工具係合部110と、この工具係合部110から上方に伸長する2つの弾性係止片111及び112と、この工具係合部110から下方に同軸に伸長する雄ねじ部113とを可撓性を有する低誘電性高分子材料によって一体成形することにより構成されている。

【0025】工具係合部110は、本実施形態では六角ナット形状に形成されており、スパナ等の取り付け工具に係合して支持台11を軸回転させるように構成されている。この工具係合部110の上面（ストップ）114（本発明の第1の肩部に対応）は、共振素子10の貫通孔100の内径より大きな外径又は横方向長さを有しており、その下面（ストップ）115（本発明の第2の肩部に対応）は雄ねじ部113の外径より大きな外径又は横方向長さを有している。

【0026】なお、工具係合部110の形状は、六角ナット形状に限定されるものではなく、四角ナット、その他の角ナット、丸ナット等のナット形状であっても良いし、また、他の取り付け工具に係合して支持台11を軸回転させるための形状であれば良い。

【0027】2つの弾性係止片111及び112の各々は、工具係合部110の上面114より上方に伸長しており、放射外方向及び放射内方向に弾性で撓むように構成されている。弾性係止片111及び112の頭部には、共振素子10の貫通孔100に嵌合した際に、弾性係止片111及び112の放射外方向へ反発する弾性によって貫通孔100の上側内縁101を下向きかつ放射外方向に押圧するための下向き傾斜面116及び117がそれぞれ設けられている。また、弾性係止片111及び112の先端部分は、その先端の径が貫通孔100の内径より小さいが、その下方では径が貫通孔100の内径よりやや大きくなるように設定されている。ただし、共振素子10の貫通孔100への挿入を容易にするために、弾性係止片111及び112の先端部分はその頂端に行くほど放射内方向に向かう滑らかな曲面が形成されている。

【0028】なお、弾性係止片の数は上述のように2つに限定されるものではなく、3つ以上であっても良い。ただし、円周方向に等間隔に配置されていることが望ましい。

【0029】雄ねじ部113は、据付け面12に形成されたねじ孔120に螺合できるように形成されている。

【0030】このような構造を有する支持台11と共振素子10とを組み付ける場合は、支持台11の2つの弾性係止片111及び112を共振素子10の貫通孔100へ下方から挿入する。

【0031】弾性係止片111及び112の先端の径が貫通孔100の内径より小さいため、及び弾性係止片111及び112の先端部分が滑らかな曲面となっているため、弾性係止片111及び112は貫通孔100へ容易に挿入できる。挿入が進むに従って、弾性係止片111及び112は、貫通孔100の内面に押されて放射内方向に撓み、反発する弾性によって貫通孔100の内面を逆に押圧する。

【0032】弾性係止片111及び112の先端部分における最も径の大きい部分が貫通孔100を通り抜け、反対側に突出すると、弾性係止片111及び112の下向き傾斜面116及び117が、貫通孔100の上側内縁101に当接し、これを前述した反発する弾性によって下向きかつ放射外方向に押圧する。このため、共振素子10は、弾性係止片111及び112の下向き傾斜面116及び117と工具係合部110の上面114との間で挟まれて自動的にかつ強固に支持固結されることとなる。

【0033】下向き傾斜面116及び117によって下向きかつ放射外方向に押圧されるので、弾性係止片111及び112の寸法をさほど精密に設定する必要はない。即ち、工具係合部110の上面と下向き傾斜面116及び117の下縁との距離～工具係合部110の上面と下向き傾斜面116及び117の上縁との距離の範囲に共振素子10の厚みが入るように設定すれば強固な結合が行える。

【0034】支持台11と共振素子10とを組み付けとなる共振器を据付け面12に取り付けるには、支持台11の工具係合部110にスパナ等の取り付け工具に係合させ、雄ねじ部113をねじ孔120に挿入し、工具係合部110の下面115が据付け面12に当接して止まるまで支持台11を軸回転させて螺着する。

【0035】以上述べたように本実施形態によれば、共振素子10の貫通孔100内に弾性係止片111及び112を挿通させるだけで固結が自動的に行われるので、位置合わせも不要であり、60～70GHz帯用の極小の誘電体共振素子10であっても支持台11への組み付けが非常に容易となる。しかも、弾性係止片111及び112の下向き傾斜面116及び117が弾性によって貫通孔100の上側内縁101を下向きかつ放射外方向に押圧するようにしているので、これら係止片の寸法をさほど精密に設定しない場合でも隙間が発生せず確実なかつ強固な固定が期待できる。

【0036】本実施形態で支持台11の一体成形に用いている低誘電性高分子材料は、単量体として少なくともフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得ら

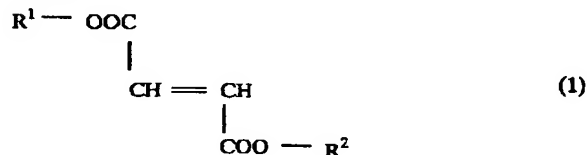
れた低誘電性高分子材料（特開平9-208627号公報参照、以下第1の低誘電性高分子材料）、又は重量平均絶対分子量1000以上の樹脂の1種又は2種以上からなる樹脂組成物であって、その組成物の炭素原子と水素原子の原子数の和が99%以上であり、かつ樹脂分子間の一部又はすべてが相互に化学的結合を有する低誘電性高分子材料（特開平11-60645号公報参照、以下第2の低誘電性高分子材料）であり、①誘電率が低くミリ波帯においても損失が小さいという優れた高周波特性を有する、②成形が容易である、③熱膨張係数が小さい、④接着性が良いという利点を備えている。支持台11の成形にこのような低誘電性高分子材料を用いることにより、工具係合部110、弾性係止片111及び112、並びに雄ねじ部113等の複雑な形状を容易に一体成形で形成でき、しかも熱膨張が少なく、高周波特性の優れた誘電体共振器が得られるのである。

【0037】第1の低誘電性高分子材料は単量体としてフマル酸ジエステルを含む単量体組成物を重合して得られたものであり、フマル酸ジエステルから誘導される繰り返し単位を有するフマレート系重合体である。

【0038】フマル酸ジエステル単量体としては高分子材料としたとき、高分子材料に低誘電性や耐熱性を付与するものであれば特に限定されるものではないが、下記の式(1)で表される化合物が好ましい。

【0039】

【化1】



式(1)中、 $R^1$ はアルキル基又はシクロアルキル基を表し、 $R^2$ はアルキル基、シクロアルキル基又はアリール基を表し、 $R^1$ 及び $R^2$ は同一のもので異なるものであってもよい。

【0040】 $R^1$ 、 $R^2$ で表されるアルキル基としては、総炭素数2~12のものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよく、さらには置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、ハロゲン原子(F、Cl)、アルコキシ基(メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等)、アリール基(フェニル基等)などが挙げられる。

【0041】 $R^1$ 、 $R^2$ で表されるアルキル基の具体例としては、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基(*n*-アミル基)、*sec*-アミル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、*tert*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、4-メチル-2-ペンチル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウ

ンデシル基、ドデシル基、トリフルオロエチル基、ヘキサフルオロイソプロピル基、パーフルオロイソプロピル基、パーフルオロブチルエチル基、パーフルオロオクチルエチル基、2-クロロエチル基、1-ブトキシ-2-プロピル基、メトキシエチル基、ベンジル基などが挙げられる。

【0042】 $R^1$ 、 $R^2$ で表されるシクロアルキル基としては、総炭素数3~14のものが好ましく、単環であっても橋かけ環を有するものであってもよく、さらには置換基を有していてもよい。この場合の置換基としては上記のアルキル基のところで例示したものと同様のものであってもよく、このほかアルキル基(メチル基等の炭素数1~14の直鎖あるいは分岐のもの)などを挙げることができる。

【0043】 $R^1$ 、 $R^2$ で表されるシクロアルキル基の具体例としては、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、アダマンチル基、ジメチルアダマンチル基などが挙げられる。

【0044】 $R^2$ で表されるアリール基としては、総炭素数6~18のものが好ましく、単環が好ましいが多環(縮合環ないし環集合)であってもよく、置換基を有していてもよい。この場合の置換基は、アルキル基、シクロアルキル基のところで例示したものと同様のものが挙げられる。

【0045】 $R^2$ で表されるアリール基の具体例としては、フェニル基等が挙げられる。

【0046】 $R^1$ 、 $R^2$ としては、アルキル基、シクロアルキル基が好ましい。アルキル基としては、分岐を有するアルキル基が好ましく、イソプロピル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基などが好ましい。また、シクロアルキル基としてはシクロヘキシル基などが好ましい。

【0047】式(1)で表されるフマル酸ジエステル単量体の好適例として、具体的にはジエチルフマレート、ジ-*n*-プロピルフマレート、ジ-*n*-ヘキシルフマレート、イソプロピル-*n*-ヘキシルフマレート、ジイソプロピルフマレート、ジ-*n*-ブチルフマレート、ジ-*sec*-ブチルフマレート、ジ-*tert*-ブチルフマレート、ジ-*sec*-アミルフマレート、*n*-ブチル-イソプロピルフマレート、イソプロピル-*sec*-ブチルフマレート、*tert*-ブチル-4-メチル-2-ペンチルフマレート、イソプロピル-*tert*-ブチルフマレート、イソプロピル-*sec*-アミルフマレート、ジ-4-メチル-2-ペンチルフマレート、ジ-イソアミルフマレート、ジ-4-メチル-2-ヘキシルフマレート、*tert*-ブチル-イソアミルフマレート等のジアルキルフマレート類；ジシクロペンチルフマレート、ジシクロヘキシルフマレート、ジシクロヘプチルフマレート、シクロペンチル-シクロヘキシルフマレート、ビス(ジメチルアダマンチル)フマレート、ビス(アダマ

ンチル) フマレート等のジシクロアルキルフマレート類; イソプロピル-シクロヘキシルフマレート、イソプロピル-ジメチルアダマンチルフマレート、イソプロピル-アダマンチルフマレート、tert-ブチル-シクロヘキシルフマレート等のアルキルシクロアルキルフマレート類; イソプロピル-フェニルフマレート等のアルキルアリールフマレート類; tert-ブチルベンジルフマレート、イソプロピル-ベンジルフマレート等のアルキルアラキルフマレート類; ジトリフルオロエチルフマレート、ジヘキサフルオロイソプロピルフマレート、ジパーフルオロイソプロピルフマレート、ジパーフルオロブチルエチルフマレート等のジフルオロアルキルフマレート類; イソプロピル-パーフルオロオクチルエチルフマレート、イソプロピル-ヘキサフルオロイソプロピルフマレート等のアルキルフルオロアルキルフマレート類; 1-ブトキシ-2-プロピル-tert-ブチルフマレート、メトキシエチル-イソプロピルフマレート、2-クロロエチル-イソプロピルフマレート等のその他の置換アルキルアルキルフマレート類などが挙げられる。

【0048】なかでも、ジイソプロピルフマレート、ジシクロヘキシルフマレート、ジsec-ブチルフマレート、ジtert-ブチルフマレート、イソプロピル-tert-ブチルフマレート、n-ブチル-イソプロピルフマレート、n-ヘキシル-イソプロピルフマレートなどが特に好ましい。

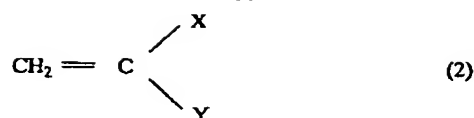
【0049】これらのジエステル類は通常のエステル化技術及び異性化技術を組み合わせることにより、合成することができる。

【0050】高分子材料であるフマレート系重合体を得るに際し、上述したフマル酸ジエステル(フマレート系化合物)は1種のみを用いてもよく、2種以上を併用してもよい。従って、フマレート系重合体としては上述のフマル酸ジエステルを1種のみ重合した単独重合体であってもよく、2種以上を重合した共重合体であってもよい。共重合体はランダム共重合体、交互共重合体、ブロック共重合体等のいずれであってもよい。

【0051】フマレート系重合体は、このように、フマル酸ジエステルのみを単量体成分に用いたものであってもよいが、フマル酸ジエステルのほかに他の単量体を用いることができ、他の単量体成分との共重合体とすることができる。このような他の単量体成分としてはビニル系単量体(モノマー)を用いればよく、コモノマーとされるビニル系単量体としては、成形加工性、フィルム成膜性、機械的強度を付与することができ、前記フマレート系化合物と共重合しうるものであれば特に限定されるものではないが、好ましくは下記の式(2)で表される化合物を挙げることができる。

【0052】

【化2】



式(2)について説明すると、Xは水素原子又はメチル基を表し、Yはフッ素原子、塩素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、エーテル基、アシル基又はエステル基を表す。

【0053】Yで表されるアルキル基としては、総炭素数1~14のものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよい。

【0054】Yで表されるアルケニル基としては、総炭素数2~14のものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよく、さらには置換基を有していてもよく、例えばビニル基、アリル基、プロベニル基、ブテニル基等が挙げられる。

【0055】Yで表されるアリール基としては、総炭素数6~18のものが好ましく、単環であっても縮合環等の多環であってもよく、さらにはハロゲン原子(F、C1)、アルキル基(メチル基等)の置換基を有していてもよい。具体的には、フェニル基、α-ナフチル基、β-ナフチル基、(o-, m-, p-)トリル基、(o-, m-, p-)クロロフェニル基等が挙げられる。

【0056】Yで表されるエーテル基は、-OR<sup>3</sup>で示され、この場合のR<sup>3</sup>としてはアルキル基、アリール基等が挙げられる。R<sup>3</sup>で表されるアルキル基としては総炭素数が1~8であるものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよく、さらには置換基

(ハロゲン原子等)を有していてもよい。R<sup>3</sup>で表されるアリール基としては総炭素数6~18のものが好ましく、単環が好ましいが縮合環等の多環であってもよい。

【0057】Yで表されるエーテル基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、フェノキシ基等が挙げられる。

【0058】Yで表されるアシル基は-COR<sup>4</sup>で示され、この場合のR<sup>4</sup>としてはアルキル基、アリール基等が挙げられる。R<sup>4</sup>で表されるアルキル基としては総炭素数1~8であるものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよく、さらには置換基(ハロゲン原子等)を有していてもよい。R<sup>4</sup>で表されるアリール基としては総炭素数6~18のものが好ましく、単環が好ましいが縮合環等の多環であってもよい。

【0059】Yで表されるアシル基としては、アセチル基、プロピオニル基、ブチリル基、イソブチリル基、ベンゾイル基等が挙げられる。

【0060】Yで表されるエステル基は、-OCOR<sup>5</sup>又はCOOR<sup>5</sup>で示され、この場合のR<sup>5</sup>としてはアルキル基、アリール基等が挙げられる。R<sup>5</sup>で表されるアルキル基としては総炭素数が1~20であるものが好ましく、直鎖状であっても分岐を有するものであってもよく、



く、さらには置換基（ハロゲン原子等）を有していてもよい。R<sup>5</sup>で表されるアリール基としては総炭素数6～18のものが好ましく、単環が好ましいが縮合環等の多環であってもよい。

【0061】Yで表されるエステル基としては、アセトキシ基、プロピオニルオキシ基、ブチリルオキシ基、イソブチリルオキシ基、バレリルオキシ基、イソバレリルオキシ基、 $-\text{OCCOC}_4\text{H}_9$ （*sec*）、 $-\text{OCCOC}_4\text{H}_9$ （*tert*）、 $-\text{OCCOC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{OCCOC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、ステアロイルオキシ基、ベンゾイルオキシ基、*tert*-ブチルベンゾイルオキシ基、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基、ブトキシカルボニル基、2-エチルヘキシルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基等が挙げられる。

【0062】共重成分とはオレフィン系炭化水素を主体とするビニル系モノマーであり、式（2）で表されるビニル系モノマーとしては、例えば酢酸ビニル、ビバリン酸ビニル、2, 2-ジメチルブタン酸ビニル、2, 2-ジメチルペンタン酸ビニル、2-メチル-2-ブタン酸ビニル、プロピオン酸ビニル、ステアリン酸ビニル、2-エチル-2-メチルブタン酸ビニル等のカルボン酸ビニル類；*p-tert*-ブチル安息香酸ビニル、*N,N*-ジメチルアミノ安息香酸ビニル、安息香酸ビニル等の芳香族ビニル系単量体類；スチレン、*o*-, *m*-, *p*-クロロメチルスチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン及びその核置換体などの $\alpha$ -置換スチレン誘導体類；*o*-, *m*-, *p*-メチルスチレン等のアルキル核置換スチレン類；塩化ビニル、フッ化ビニル等の $\alpha$ -オレフィン類；*p*-クロロスチレン等の*o*-, *m*-, *p*-ハロゲン化スチレン等のハロゲン核置換スチレン；エチルビニルエーテル、ビニルブチルエーテル、イソブチルビニルエーテル等のビニルエーテル類； $\alpha$ -,  $\beta$ -ビニルナフタレン等のナフタレン誘導体；メチルビニルケトン、イソブチルビニルケトン等のアルキルビニルケトン類；ブタジエン、イソプレン等のジエン類；メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、フェニル（メタ）アクリレート等の（メタ）アクリル酸エステル類等の公知のラジカル重合モノマー等を好ましく挙げるができる。

【0063】このようなビニル系モノマーを製造するには、例えば酢酸ビニルと相当する有機酸とのエステル交換反応を酢酸水銀又は硫酸等の存在下で行うか、他の触媒、例えば白金、ロジウム等の金属錯体、触媒の存在下反応を行うことにより容易に合成することができる。

【0064】このようなビニル系モノマーはモノマーとして1種のみを用いても2種以上を併用してもよい。

【0065】また、このようなビニル系モノマーから誘導される繰返し単位を有するフマレート系重合体は共

重合体であるが、ランダム重合体、交互重合体、ブロック重合体等のいずれであってもよい。

【0066】フマル酸ジエステルから誘導される繰返し単位を有する高分子材料は低誘電性であり、成膜性、膜密着性、さらには機械的物性等の点で優れる。このような高分子材料は、前述のように、同一のフマル酸ジエステルのみを用いた単独重合体、フマル酸ジエステル同士の共重合体、フマル酸ジエステルとこれと共重合可能な他のビニル系単量体との共重合体のいずれであってもよい。

【0067】また、フマレート系重合体の分子量は特に限定はされないが、機械的強度を高めるためには高分子量体のものが望ましく、数平均分子量で、10000～150000であることが好ましい。

【0068】高分子材料は、単量体成分として、上述したようなフマル酸ジエステルのみを実質的に含有する単量体組成物を重合するか、あるいはさらに単量体成分として前記のようなビニル系単量体を含有させた単量体組成物を重合する等して得られたものである。

【0069】この場合、フマル酸ジエステルは原料となる単量体（原料モノマー）全体の50重量%以上、さらには60重量%以上、特に80重量%以上であることが好ましい。フマル酸ジエステル量が少なくなると、電気特性（誘電率及び低誘電損失正接）、ならびに耐熱性等が不十分となり好ましくない。

【0070】一方、ビニル系単量体の原料モノマー全体に対する割合は、低誘電性（低誘電率、低誘電正接）、成形加工性、溶液粘度、膜密着性、さらには機械的物性等の点から0～50重量%が好ましく、さらに好ましくは0～40重量%、特に好ましくは0～20重量%である。

【0071】このようなフマレート系重合体中のフマル酸ジエステルに由来する構成成分は好ましくは50重量%以上、さらに好ましくは60重量%以上、特に好ましくは80重量%以上である。

【0072】以下に、好ましく用いられるフマレート系重合体を例示する。重合体は原料モノマーで示すものとする。

【0073】I) ジーアルキルフマレート系

I-1 ジーイソプロピルフマレート

I-2 ジーシクロヘキシルフマレート

I-3 ジー*sec*-ブチルフマレート

I-4 ジー*tert*-ブチルフマレート

I-5 *tert*-ブチル-イソプロピルフマレート

I-6 ジーイソプロピルフマレート/ジー*sec*-ブチルフマレート

I-7 *tert*-ブチル-イソプロピルフマレート/ジーイソプロピルフマレート

I-8 ジーイソプロピルフマレート/ジーシクロヘキシルフマレート



I-9 ジーイソプロピルフマレート／*n*-ブチル-イソプロピルフマレート

I-10 ジーイソプロピルフマレート／*n*-ヘキシル-イソプロピルフマレート

I-11 ジーシクロヘキシルフマレート／*n*-ブチル-イソプロピルフマレート

I-12 ジーシクロヘキシルフマレート／*sec*-ブチルフマレート

【0074】II) ジーアルキルフマレート／ビニル系

II-1 ジーイソプロピルフマレート／スチレン

II-2 *sec*-ブチルフマレート／*tert*-ブチル安息香酸ビニル

II-3 ジーシクロヘキシルフマレート／2-エチル-2-メチルブタン酸ビニル

II-4 ジーイソプロピルフマレート／*tert*-ブチル安息香酸ビニル

II-5 ジーイソプロピルフマレート／*p*-N, N-ジメチルアミノ安息香酸ビニル

II-6 ジーシクロヘキシルフマレート／*tert*-ブチル安息香酸ビニル

II-7 シクロヘキシル-イソプロピルフマレート／酢酸ビニル

II-8 ジー*tert*-ブチルフマレート／ジーシクロヘキシルフマレート-*tert*-ブチル安息香酸ビニル

II-9 ジーイソプロピルフマレート／ジーシクロヘキシルフマレート／2-エチル-2-メチルブタン酸ビニル

II-10 ジーイソプロピルフマレート／*sec*-ブチルフマレート／N, N-ジメチルアミノ安息香酸ビニル

II-11 *sec*-ブチルフマレート／ジーシクロヘキシルフマレート／*tert*-ブチル安息香酸ビニル

II-12 ジーシクロヘキシルフマレート／ジーイソプロピルフマレート／スチレン

【0075】このフマレート系重合体を製造するには、通常のラジカル重合法を好ましく用いることができる。重合に際し用いられる重合開始剤としては、分子量を上げるため10時間半減期温度が80℃以下の有機過酸化物及びアゾ化合物の1種又は2種以上を好ましく用いることができる。このような重合開始剤として、例えば過酸化ベンゾイル、ジイソプロピルペルオキシジカーボネート、*tert*-ブチルペルオキシジ-2-エチルヘキサノエート、*tert*-ブチルペルオキシジイソブチレート、クメンパーオキシaid、*tert*-ブチルヒドルパーオキシid、*tert*-ブチルペルオキシピバレート、過酸化ラウロイルジアシルパーオキシid等の有機過酸化物、2, 2'-アゾビス(イソ酪酸)ジメチル、2, 2'-アゾビス(2, 4-ジメチルバレロニトリル)、2, 2'-アゾビス(2-メチルブチロニトリル)、アゾビス(2, 4-ジメチルバレロニトリル)、1, 1'-アゾビス(シクロヘキサ-1-カルボニトリル)、2,

2'-アゾビス(イソ酪酸)ジメチル、2, 2'-アゾビス(2, 4-ジメチルバレロニトリル)、*tert*-ブチルペルオキシイソプロピルカーボネート等のアゾ系化合物が挙げられる。重合開始剤の使用量としては原料モノマー100重量部に対して10重量部以下が好ましく、さらに好ましくは5重量部以下である。

【0076】また、このような調製法において各モノマーを重合ないし共重合させる際の条件としては、適時重合系を不活性ガス、例えば窒素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴン等で置換ないしは雰囲気下、あるいは脱気条件下で重合させることが好ましい。重合ないし共重合させる際の温度としては使用する重合開始剤の種類により異なるが、30℃～120℃の範囲が好ましい。また、重合に要する全時間は、10時間～72時間程度であることが望ましい。また、原料モノマーに色素等の着色あるいは紫外線吸収剤等の添加物を加えて重合させることも可能である。

【0077】ラジカル重合法としては、溶液重合、塊状重合、乳化重合、懸濁重合、放射線重合等の汎用のビニル系モノマーのラジカル重合に用いられる数多くの重合法により行うことができる。高周波帯域用の用途において、低誘電損失正接を極めて低くすることが重要なポイントとなる。高分子材料中の低分子量体の存在が外部可塑化を引き起こし誘電損失正接を大きくし、高周波帯域における誘電特性を悪化する要因となるため、フマレート系重合体及び共重合体の分子量が極めて高くなるような重合方法をとることが重要であり、仕込みモノマーの濃度を高くすることができる、例えば共重合させる際の仕込みモノマーであるフマル酸ジエステルと、ビニル系モノマーとの両モノマーの濃度を十分高くすることができる塊状重合法あるいは懸濁重合法が最も望ましい。また重合温度は高くなるにつれて重合体ないし共重合体の分子量が小さくなるので、例えば0℃から60℃の低温にてラジカル重合ないし共重合させるのが好ましい。

【0078】この高分子材料を所定の形状に成形して用いる場合は、キャスト法で種々の型を用いて棒状、角状、円柱状とすることができる。この際フマレート系重合体溶液の注入は必要に応じ加圧しながら行ってもよい。このほかの成形方法としてはモールド法、コンプレッション法、押し出し法などが挙げられ、公知の方法に準じ、フマレート系重合体を含む溶液、ペーストあるいはパテなどを用い、型にこれらを注入するなどして行えばよい。

【0079】第2の低誘電性高分子材料は、重量平均絶対分子量が1000以上の1種又は2種以上の樹脂で構成される樹脂組成物であって、炭素原子と水素原子の原子数の和が99%以上からなり、かつ樹脂分子間の一部又はすべてが相互に化学的結合しているものである。このような重量平均絶対分子量の樹脂組成物とすることによって、低誘電性高分子材料として用いるときの強度、

金属との密着性、耐熱性が十分になる。これに対し、重量平均絶対分子量が1000より小さいと、機械的物性、耐熱性等が不足になり不適である。特に好ましくは3000以上、最も好ましくは5000以上である。このときの重量平均絶対分子量の上限に特に制限はないが、通常1000万程度である。

【0080】また、この樹脂組成物において炭素と水素と原子数の和を99%以上とするのは、存在する化学的結合を非極性結合とするためであり、これにより耐熱性低誘電性高分子材料として用いるときの電気的特性が十分になる。これに対し、炭素と水素の原子数の和が99%より少ない場合、特に酸素原子や、窒素原子などの有極性分子を形成する原子数が1%より多く含まれる場合、電気的特性、特に誘電正接が高くなるため不適である。

【0081】この高分子材料を構成する樹脂の具体例としては、低密度ポリエチレン、超低密度ポリエチレン、超超低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、低分子量ポリエチレン、超高分子量ポリエチレン、エチレン-プロピレン共重合体、ポリプロピレン、ポリブテン、ポリ4-メチルペンテン等の非極性 $\alpha$ -オレフィンの単独ないし共重合体〔以下、(共)重合体ともいう〕、ブタジエン、イソプレン、ペンタジエン、ヘキサジエン、ヘプタジエン、オクタジエン、フェニルブタジエン、ジフェニルブタジエン等の共役ジエンの各単量体の(共)重合体、スチレン、核置換スチレン、例えばメチルスチレン、ジメチルスチレン、エチルスチレン、イソプロピルスチレン、クロルスチレン、 $\alpha$ -置換スチレン、例えば $\alpha$ -メチルスチレン、 $\alpha$ -エチルスチレン、ジビニルベンゼン、ビニルシクロヘキサン等の炭素環含有ビニルの各単量体の(共)重合体等が挙げられる。

【0082】上記では、非極性 $\alpha$ -オレフィンの単量体同士、共役ジエンの単量体同士、炭素環含有ビニルの単量体同士の重合体を主に例示したが、例えば非極性 $\alpha$ -オレフィンの単量体と共役ジエンの単量体、非極性 $\alpha$ -オレフィンの単量体と炭素環含有ビニルの単量体のように、異なる化合物種の単量体から得られた共重合体であってもよい。

【0083】このように、これらの重合体、すなわち樹脂の1種又は2種以上により樹脂組成物が構成されるが、これらの樹脂分子間の一部又はすべてが相互に化学的結合をしていなければならない。従って、一部は混合状態であってもよい。このように少なくとも一部に化学的結合を有することによって耐熱性低誘電性高分子材料として用いるときの強度、金属との密着性、耐熱性が十分になる。これに対し、単なる混合で、化学的結合を有しないときは、耐熱性、機械的物性の観点から不十分である。

【0084】化学的結合の形態は特に限定はないが、架橋構造、ブロック構造、グラフト構造などが挙げられ

る。このような化学的結合を生じさせるには公知の方法によればよく、グラフト構造、ブロック構造の好ましい態様については後述する。架橋構造を生じさせる具体的方法としては、熱による架橋が好ましく、このときの温度は50~300℃程度が好ましい。このほか電子線照射による架橋等も挙げられる。

【0085】樹脂組成物としては、まず、非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体セグメントとビニル芳香族系共重合体セグメントとが化学的に結合した共重合体であって、一方のセグメントにより形成された分散相が他方のセグメントより形成された連続相中に微細に分散している多相構造を示す熱可塑性樹脂が好ましいものとして挙げられる。

【0086】上記のような特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂中のセグメントの一つである非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体とは、高压ラジカル重合、中低圧イオン重合等で得られる非極性 $\alpha$ -オレフィン単量体の単独重合体又は2種類以上の非極性 $\alpha$ -オレフィン単量体の共重合体でなければならない。極性ビニル単量体との共重合体は誘電正接が高くなるため不適である。上記重合体の非極性 $\alpha$ -オレフィン単量体としてはエチレン、プロピレン、ブテン-1、ヘキセン-1、オクテン-1、4-メチルペンテン-1類が挙げられ、なかでもエチレン、プロピレン、ブテン-1、4-メチルペンテン-1が、得られる非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体の誘電率が低いと好ましい。

【0087】上記非極性 $\alpha$ -オレフィン(共)重合体の具体例としては、低密度ポリエチレン、超低密度ポリエチレン、超超低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、低分子量ポリエチレン、超高分子量ポリエチレン、エチレン-プロピレン共重合体、ポリプロピレン、ポリブテン、ポリ4-メチルペンテン等が挙げられる。また、これらの非極性 $\alpha$ -オレフィン(共)重合体は、単独で使用することも、2種以上併用することもできる。

【0088】このような非極性 $\alpha$ -オレフィン(共)重合体の好ましい分子量は重量平均絶対分子量で1000以上である。この上限には特に制限はないが、1000万程度である。

【0089】一方、特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂中のセグメントの一つであるビニル芳香族系重合体とは、非極性のものであり、具体的には、スチレン、核置換スチレン、例えばメチルスチレン、ジメチルスチレン、エチルスチレン、イソプロピルスチレン、クロルスチレン、 $\alpha$ -置換スチレン、例えば $\alpha$ -メチルスチレン、 $\alpha$ -エチルスチレン、*o*-, *m*-, *p*-ジビニルベンゼン(好ましくは*m*-, *p*-ジビニルベンゼン、特に好ましくは*p*-ジビニルベンゼン)等の各単量体の

(共)重合体である。このように非極性のものとするのは、極性官能基を持った単量体を共重合で導入すると、誘電正接が高くなるため不適であるからである。ビニル

芳香族系重合体は単独で使用することも、2種以上併用することもできる。

【0090】なかでもビニル芳香族系共重合体は、ジビニルベンゼンの単量体を含むビニル芳香族共重合体が耐熱性を向上させる上で好ましい。ジビニルベンゼンを含むビニル芳香族共重合体とは、具体的には、スチレン、核置換スチレン、例えばメチルスチレン、ジメチルスチレン、エチルスチレン、イソプロピルスチレン、クロルスチレン、 $\alpha$ -置換スチレン、例えば $\alpha$ -メチルスチレン、 $\alpha$ -エチルスチレン等の各単量体とジビニルベンゼンの単量体の共重合体である。

【0091】ジビニルベンゼンの単量体と、これ以外の上記のようなビニル芳香族の単量体との割合は特に限定はないが、半田耐熱性を満足するために、ジビニルベンゼンの単量体の割合が1重量%以上含まれていることが好ましい。ジビニルベンゼンの単量体は100重量%でもかまわないが、合成上の問題から上限は90重量%が好ましい。

【0092】このような一方のセグメントであるビニル芳香族系重合体の分子量は、重量平均絶対分子量で1000以上であることが好ましい。この上限には特に制限はないが、1000万程度である。

【0093】特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂は、オレフィン系重合体セグメントが5~95重量%、好ましくは40~90重量%、最も好ましくは50~80重量%からなるものである。従って、ビニル系重合体セグメントは95~5重量%、好ましくは60~10重量%、最も好ましくは50~20重量%である。

【0094】オレフィン系重合体セグメントが少なくなると、成形物が脆くなるため好ましくない。また、オレフィン系重合体セグメントが多くなると、金属との密着性が低く好ましくない。

【0095】このような熱可塑性樹脂の重量平均絶対分子量は1000以上である。この上限には特に制限はないが、成形性の点から1000万程度である。

【0096】オレフィン系重合体セグメントとビニル系重合体セグメントとが化学的に結合した構造の共重合体としては具体的にはブロック共重合体やグラフト共重合\*

\*体を例示することができる。なかでも製造の容易さからグラフト共重合体が特に好ましい。なお、これらの共重合体にはブロック共重合体、グラフト共重合体等の特徴を逸脱しない範囲で、オレフィン系重合体やビニル系重合体が含まれていてもかまわない。

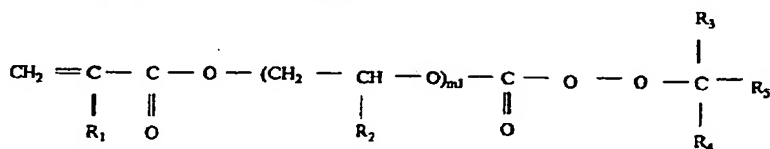
【0097】特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂を製造する方法は、グラフト化法として一般によく知られている連鎖移動法、電離性放射線照射法等いずれの方法によってもよいが、最も好ましいのは、下記に示す方法によるものである。なぜならグラフト効率が高く熱による二次的凝集が起こらないため、性能の発現がより効果的であり、また製造方法が簡便であるためである。

【0098】特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂であるグラフト共重合体の製造方法を具体的に詳述する。すなわち、オレフィン系重合体100重量部を水に懸濁させて、別にビニル芳香族系単量体5~400重量部に、下記一般式(3)又は(4)で表されるラジカル重合性有機過酸化物の1種又は2種以上の混合物を上記ビニル単量体100重量部に対して0.1~10重量部と、10時間の半減期を得るための分解温度が40~90℃であるラジカル重合開始剤をビニル単量体とラジカル重合性有機過酸化物との合計100重量部に対して0.01~5重量部とを溶解させた溶液を加え、ラジカル重合開始剤の分解が実質的に起こらない条件で加熱し、ビニル単量体、ラジカル重合性有機過酸化物及びラジカル重合開始剤をオレフィン系重合体に含浸させて、この水性懸濁液の温度を上昇させ、ビニル単量体とラジカル重合性有機過酸化物とをオレフィン共重合体中で共重合させて、グラフト化前駆体を得る。

【0099】ついでグラフト化前駆体を100~300℃の熔融下、混練することにより、このグラフト共重合体を得ることができる。このとき、グラフト化前駆体に、別にオレフィン系重合体又はビニル系重合体を混合し、熔融下に混練してもグラフト共重合体を得ることができる。最も好ましいのはグラフト化前駆体を混練して得られたグラフト共重合体である。

【0100】

【化3】



(3)

一般式(3)中、 $\text{R}_1$ は水素原子又は炭素数1~2のアルキル基を示し、 $\text{R}_2$ は水素原子又はメチル基を示し、 $\text{R}_3$ 及び $\text{R}_4$ はそれぞれ炭素数1~4のアルキル基を示し、 $\text{R}_5$ は炭素数1~12のアルキル基、フェニル基、

アルキル置換フェニル基又は炭素数3~12のシクロアルキル基を示す。 $m_1$ は1又は2である。

【0101】

【化4】



【0104】中でも好ましくは、 $\epsilon$ -ブチルペルオキシ  
アクリロイロキシエチルカーボネート； $\epsilon$ -ブチルペル  
オキシメタクリロイロキシエチルカーボネート； $\epsilon$ -ブ

チルベルオキシアリルカーボネート； $\epsilon$ -ブチルベルオキシメタリルカーボネートである。

【0105】このようにして得られるグラフト共重合体のグラフト効率は20～100重量%である。グラフト効率はグラフト化していない重合体の溶媒抽出を行い、その割合から求めることができる。

【0106】特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂としては、上記の非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体セグメントとビニル芳香族系重合体セグメントとのグラフト共重合体が好ましいが、このようなグラフト共重合体において、非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体セグメントのかわりに、あるいはこれに加えて非極性共役ジエン系重合体セグメントを用いたものであってもよい。非極性共役ジエン系重合体としては、前述のものをを用いることができ、単独で使用しても2種以上を併用してもよい。

【0107】なお、以上のグラフト共重合体における非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体には共役ジエン単量体が含まれていてもよく、非極性共役ジエン系重合体には $\alpha$ -オレフィンの単量体が含まれていてもよい。

【0108】また、得られたグラフト共重合体にさらにジビニルベンゼン等を用いて架橋することもできる。特に、ジビニルベンゼンの単量体を含まないグラフト共重合体において、耐熱性向上の観点から好ましい。

【0109】一方、特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂としては、ブロック共重合体であってもよく、ブロック共重合体としては、少なくとも1つのビニル芳香族単量体の重合体と、少なくとも1つの共役ジエンの重合体とを含むブロック共重合体を挙げることができ、直鎖型であっても、ラジアル型、すなわちハードセグメントとソフトセグメントが放射線状に結合したものであってもよい。また、共役ジエンを含む重合体が少量のビニル芳香族の単量体とのランダム共重合体であってもよく、いわゆるテーパー型ブロック共重合体、すなわち1つのブロック内でビニル芳香族の単量体が漸増するものであってもよい。

【0110】ブロック共重合体の構造については特に制限はなく、(A-B) $_n$ 型、(A-B) $_n$ -A型又は(A、B) $_n$ -C型のいずれであってもよい。式中、Aはビニル芳香族の単量体の重合体、Bは共役ジエンの重合体、Cはカップリング剤残基、 $n$ は1以上の整数を示す。なお、このブロック共重合体において、共役ジエン部分が水素添加されたブロック共重合体を使用することも可能である。

【0111】このようなブロック共重合体において、上記の非極性共役ジエン系共重合体のかわりに、あるいはこれに加えて、前述の非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体を用いてもよく、非極性共役ジエン系重合体は $\alpha$ -オレフィン単量体を含んでいるものであってもよく、非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体は、共役ジエンの単量体を含んでいるものであってもよい。ブロック共重合体における各セ

グメントの量比や好ましい態様についてはグラフト共重合体に準じる。

【0112】この樹脂組成物、好ましくは特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂（特に好ましくはグラフト共重合体）には、耐熱性を向上させるために、4-メチルペンテン-1の単量体を含む非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体を加えることが好ましい。なお、本発明では、4-メチルペンテン-1の単量体を含む非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体が化学的結合をすることなく樹脂組成物に含有されている場合もありうるが、このような場合には必ずしもその添加は必要とはされない。ただし、所定の特性を得るためにさらに添加してもよい。

【0113】このような4-メチルペンテン-1の単量体を含む非極性 $\alpha$ -オレフィン系共重合体における4-メチルペンテン-1の単量体の割合は50重量%以上であることが好ましい。なお、このような非極性 $\alpha$ -オレフィン系共重合体は、共役ジエンの単量体を含むものであってもよい。

【0114】特に、4-メチルペンテン-1の単量体を含む非極性 $\alpha$ -オレフィン系共重合体としては、4-メチルペンテン-1の単量体の単独重合体であるポリ4-メチルペンテン-1であることが好ましい。

【0115】ポリ4-メチルペンテン-1は、結晶性のポリ4-メチルペンテン-1であって、プロピレンの2量体である4-メチルペンテン-1をチーグラ-ナッタ系触媒等を用いて重合されるアイソタクチック・ポリ4-メチルペンテン-1が好ましい。

【0116】ポリ4-メチルペンテン-1と特定の多相構造を示す熱可塑性樹脂の割合は、特に限定はないが、耐熱性及び金属との接着性を満足するために、ポリ4-メチルペンテン-1の割合が10～90重量%であることが好ましい。ポリ4-メチルペンテン-1の割合が少ないと半田耐熱性が不足する傾向がある。またポリ4-メチルペンテン-1の割合が多くなると金属との密着性が不足する傾向がある。ポリ4-メチルペンテン-1にかえて、共重合体を使用するときの添加量は、これに準じるものとすればよい。

【0117】この樹脂組成物（4-メチルペンテン-1の単量体を含む非極性 $\alpha$ -オレフィン系重合体を加えたものを含む）の軟化点は200～260℃であり、適宜選択して用いることにより、十分な半田耐熱性を得ることができる。

【0118】この樹脂材料を所定形状にする成形方法としては、すでに述べたものもあるが、モールディング法、コンプレッション法、押し出し法などが挙げられ、公知の方法に準じ、樹脂材料の使用目的に応じ安価に成形できる方法を選択すればよい。

【0119】図3は本発明の他の実施形態におけるTE01 $\delta$ 誘電体共振器の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【0120】同図において、30はTE01 $\delta$ モードの共振素子、31はその支持台、32はこの共振器が取り付けられる据付け面をそれぞれ示している。

【0121】共振素子30は、図に示すように円柱形状であるか又は角柱形状に成形された焼結セラミック体からなっており、その中央には貫通孔300が同軸に形成されている。この共振器が60～70GHz帯用であるとする、共振素子30の外径は約0.6～0.7mm程度となる。

【0122】支持台31は、工具係合部310と、この工具係合部310から上方に伸長する2つの弾性係止片311及び312と、この工具係合部310から下方に同軸に伸長する雄ねじ部313と、工具係合部310の上端部に形成されている上側ストッパ314と、工具係合部310の下端部に形成されている下側ストッパ315とを可撓性を有する低誘電性高分子材料によって一体成形することにより構成されている。

【0123】工具係合部310は、本実施形態では六角ナット形状に形成されており、スパナ等の取り付け工具に係合して支持台31を軸回転させるように構成されている。

【0124】なお、工具係合部310の形状は、六角ナット形状に限定されるものではなく、四角ナット、その他の角ナット、丸ナット等のナット形状であっても良いし、また、他の取り付け工具に係合して支持台31を軸回転させるための形状であれば良い。

【0125】上側ストッパ314（本発明の第1の肩部に対応）は、上面が平坦となっており工具係合部310の上端部から放射外方向に突出する3つの突出片から構成されている。この上側ストッパ314は、共振素子30の貫通孔300の内径より大きな外径又は横方向長さを有している。下側ストッパ315（本発明の第2の肩部に対応）も、下面が平坦となっており工具係合部310の下端部から放射外方向に突出する3つの突出片から構成されている。この下側ストッパ315は雄ねじ部313の外径より大きな外径又は横方向長さを有している。

【0126】なお、上側ストッパ314及び下側ストッパ315の突出片の数は上述のように3つに限定されるものではなく、2つ以上いくつであっても良い。ただし、円周方向に等間隔に配置されていることが望ましい。また、上側ストッパ314及び下側ストッパ315の各々を、全周に沿って突出する1つの部材で構成しても良い。

【0127】2つの弾性係止片311及び312の各々は、工具係合部310の上端より上方に伸長しており、放射外方向及び放射内方向に弾性で撓むように構成されている。弾性係止片311及び312の頭部には、共振素子30の貫通孔300に嵌合した際に、弾性係止片311及び312の放射外方向へ反発する弾性によって貫

通孔300の上側内縁301を下向きかつ放射外方向に押圧するための下向き傾斜面316及び317がそれぞれ設けられている。また、弾性係止片311及び312の先端部分は、その先端の径が貫通孔300の内径より小さいが、その下方では径が貫通孔300の内径よりやや大きくなるように設定されている。ただし、共振素子30の貫通孔300への挿入を容易にするために、弾性係止片311及び312の先端部分はその頂端に行くほど放射内方向に向かう滑らかな曲面が形成されている。

【0128】なお、弾性係止片の数は上述のように2つに限定されるものではなく、3つ以上であっても良い。ただし、円周方向に等間隔に配置されていることが望ましい。

【0129】雄ねじ部313は、据付け面32に形成されたねじ孔320に螺合できるように形成されている。

【0130】このような構造を有する支持台31と共振素子30とを組み付ける場合は、支持台31の2つの弾性係止片311及び312を共振素子30の貫通孔300へ下方から挿入する。

【0131】弾性係止片311及び312の先端の径が貫通孔300の内径より小さいため、及び弾性係止片311及び312の先端部分が滑らかな曲面となっているため、弾性係止片311及び312は貫通孔300へ容易に挿入できる。挿入が進むに従って、弾性係止片311及び312は、貫通孔300の内面に押されて放射内方向に撓み、反発する弾性によって貫通孔300の内面を逆に押圧する。

【0132】弾性係止片311及び312の先端部分における最も径の大きい部分が貫通孔300を通り抜け、反対側に突出すると、弾性係止片311及び312の下向き傾斜面316及び317が、貫通孔300の上側内縁301に当接し、これを前述した反発する弾性によって下向きかつ放射外方向に押圧する。このため、共振素子30は、弾性係止片311及び312の下向き傾斜面316及び317と上側ストッパ314の上面との間で挟まれて自動的にかつ強固に支持固結されることとなる。

【0133】下向き傾斜面316及び317によって下向きかつ放射外方向に押圧されるので、弾性係止片311及び312の寸法をさほど精密に設定する必要はない。即ち、上側ストッパ314の上面と下向き傾斜面316及び317の下縁との距離～上側ストッパ314の上面と下向き傾斜面316及び317の上縁との距離の範囲に共振素子30の厚みが入るように設定すれば強固な結合が行える。

【0134】支持台31と共振素子30とを組み付けるには、支持台31の工具係合部310にスパナ等の取り付け工具に係合させ、雄ねじ部313をねじ孔320に挿入し、下側ストッパ315の下面が据付け面32に当接して止まるま

10

20

30

40

50

で支持台 31 を軸回転させて螺着する。

【0135】以上述べたように本実施形態によれば、共振素子 30 の貫通孔 300 内に弾性係止片 311 及び 312 を挿通させるだけで固結が自動的に行われるので、位置合わせも不要であり、60～70GHz 帯用の極小の誘電体共振素子 30 であっても支持台 31 への組み付けが非常に容易となる。しかも、弾性係止片 311 及び 312 の下向き傾斜面 316 及び 317 が弾性によって貫通孔 300 の上側内縁 301 を下向きかつ放射外方向に押圧するようにしているのので、これら係止片の寸法をさほど精密に設定しない場合でも隙間が発生せず確実なかつ強固な固定が期待できる。

【0136】本実施形態で支持台 31 の一体成形に用いている低誘電性高分子材料は、図 1 の実施形態の場合と同じであり、①誘電率が低くミリ波帯においても損失が小さいという優れた高周波特性を有する、②成形が容易である、③熱膨張係数が小さい、④接着剤による接着性が良いという利点を備えている。支持台 31 の成形にこのような低誘電性高分子材料を用いることにより、工具係合部 310、弾性係止片 311 及び 312、雄ねじ部 313、上側ストッパ 314 及び下側ストッパ 315 等の複雑な形状を容易に一体成形で形成でき、しかも熱膨張が少なく、高周波特性の優れた誘電体共振器が得られるのである。

【0137】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0138】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、誘電体共振素子の貫通孔内に支持手段の複数の弾性係止片を挿入してその頂部を貫通孔の反対側へ突出させることにより、各係止片の下向き傾斜面が弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧する。こ

れによって、誘電体共振素子は、支持手段の複数の弾性係止片の下向き傾斜面と第 1 の肩部とによって弾性挟持され、支持手段と誘電体共振素子との固結が自動的に行われる。共振素子の貫通孔内に支持手段の弾性係止片を挿通させるだけで固結が自動的に行われるので、位置合わせも不要であり、極小の誘電体共振素子であってもその支持手段への組み付けが非常に容易となる。しかも、各係止片の下向き傾斜面が弾性によって貫通孔の上側内縁を下向きの放射外方向に押圧するようにしているのので、係止片の寸法をさほど精密に設定しない場合でも隙間が発生せず確実なかつ強固な固定が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態における TE01 $\delta$  誘電体共振器の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 2】図 1 の実施形態における共振器を据付け面に取り付けた状態の軸断面図である。

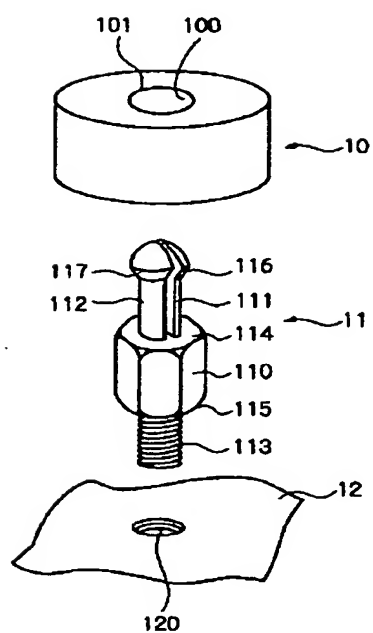
【図 3】本発明の他の実施形態における TE01 $\delta$  誘電体共振器の支持台部分の構成を概略的に示す斜視図である。

【符号の説明】

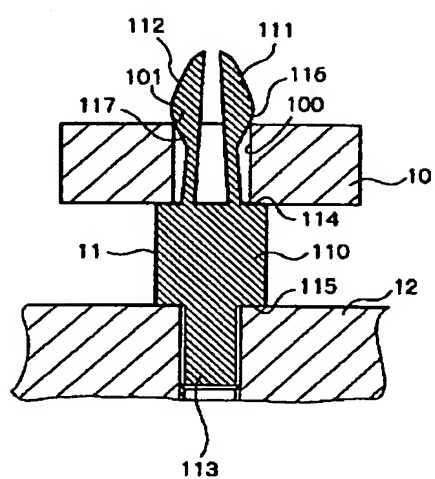
10、30 TE01 $\delta$  モードの共振素子  
 11、31 支持台  
 12、32 据付け面  
 100、300 貫通孔  
 101、301 上側内縁  
 110、310 工具係合部  
 111、112、311、312 弾性係止片  
 113、313 雄ねじ部  
 114 上面  
 115 下面  
 116、117、316、317 下向き傾斜面  
 120、320 ねじ孔  
 314 上側ストッパ  
 315 下側ストッパ



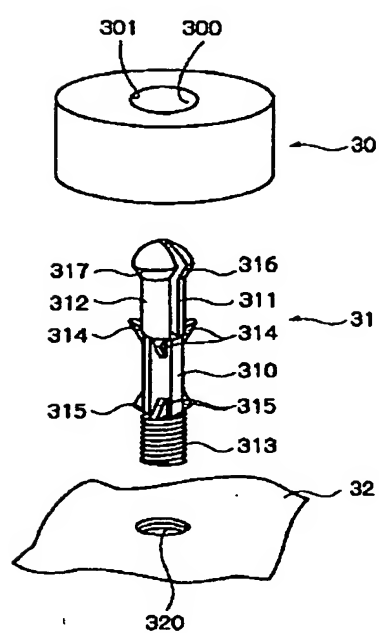
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 味岡 恵理子  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケー株式会社内

(72) 発明者 遠藤 謙二  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケー株式会社内

Fターム(参考) 3J036 AA03 BA01 DB06  
5J006 HC04 HC07 HC23 HC25 LA18  
LA25